

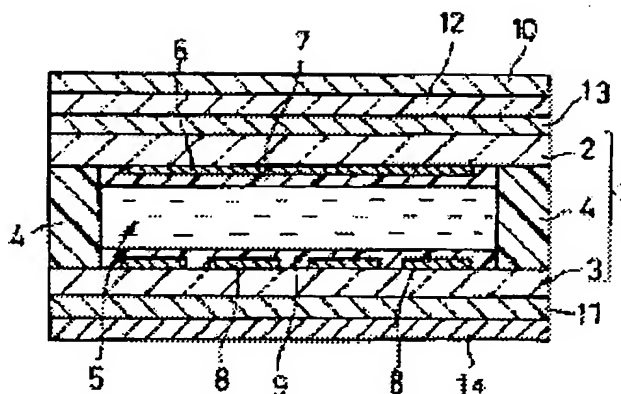
**COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT**

- Patent number: JP9033915  
- Publication date: 1997-02-07  
- Inventor: SHIDARA HIDEHIKO  
- Applicant: CASIO COMPUTER CO LTD  
- Classification:  
- international: G02F1/1335  
- european:  
- Application number: JP19950204088 19950719  
- Priority number(s): JP19950204088 19950719

Report a data error here

**Abstract of JP9033915**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To display a beautiful color image which is bright and wide in visual field angle and has small variation of display colors due to temperature variation without using a color filter. **SOLUTION:** The color image is displayed by making good use of the birefringence of both 1st and 2nd biaxial phase difference plates 12 and 13 which are arranged between a liquid crystal cell 1 of 110 deg.-130 deg.C in the twist angle of liquid crystal molecules and a couple of polarizing plates 10 and 11 to eliminate the need for a color filter, a bright display can be made, and a back light device is unnecessary, thereby reducing the power consumption. Further, the phase difference between light which is transmitted vertically through the liquid crystal cell 1 and light which is transmitted obliquely is compensated by the phase difference plates 12 and 13 to widen the visual field angle. Further, display colors are obtained by not only the birefringence of the liquid crystal cell 11, but also the birefringence of the phase difference plates 12 and 13, so the influence of temperature variation is small and the variation of the display colors is reducible.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-33915

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 1 5

庁内整理番号

F I

G 0 2 F 1/1335

技術表示箇所

5 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-204088

(22)出願日 平成7年(1995)7月19日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72)発明者 殿楽 英彦

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

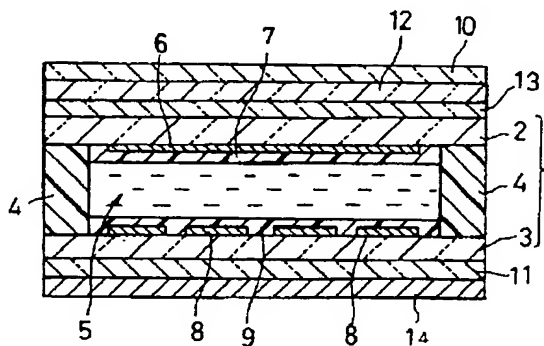
(74)代理人 弁理士 杉村 次郎

(54)【発明の名称】 カラー液晶表示素子

(57)【要約】

【課題】 カラーフィルタを用いずに、明るくて、視野角が広く、かつ温度変化による表示色の変動が少なく、美しいカラー画像を表示できるようにする。

【解決手段】 液晶分子のツイスト角度が $110^{\circ} \sim 130^{\circ}$ の液晶セル1と、一対の偏光板10、11間に配置された二軸性の第1、第2の位相差板12、13との両者の複屈折性を利用してカラー画像を表示することにより、カラーフィルタが不要になり、明るい表示ができ、しかもバックライト装置が不要で、消費電力を低減できる。また、液晶セル1を垂直に透過する光と斜めに透過する光の位相差が各位相差板12、13によって補償され、視野角が広がる。さらに、表示色は、液晶セル1の複屈折性だけでなく、各位相差板12、13の複屈折性によって得られるので、温度変化による影響が少なく、表示色の変動を低減できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内面に電極が形成された一対の基板間に液晶分子が $110^\circ \sim 130^\circ$ でツイスト配向されたネマティック液晶層を有する液晶セルと、この液晶セルを挟んでその表面側と裏面側とに配置された一対の偏光板と、これら一対の偏光板間に配置された二軸性の位相差板とを備え、

前記位相差板は、その遅相軸である延伸軸方向の屈折率 $n_x$ 、延伸軸に直交する方向の屈折率 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率 $n_z$ を有し、 $n_x > n_z > n_y$ の関係にあり、前記一対の偏光板の透過軸または吸収軸、および前記位相差板の遅相軸または進相軸の向きと、前記液晶セルの基板近傍における液晶分子の配向方向とは、一方の偏光板を透過して入射した光が前記位相差板の複屈折効果と前記液晶セルの複屈折効果とによって各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となり、かつその光のうち、他方の偏光板を透過した光の各波長光の光量比が所望の着色光に対応した比率になるように設定されている、

ことを特徴とするカラー液晶表示素子。

【請求項2】 前記液晶セルの光学異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積 $\Delta n d$ は $1590\text{ nm} \sim 1790\text{ nm}$ であり、

前記位相差板は、第1、第2の2枚の二軸性位相差板からなり、第1の位相差板のリタレーションが $970\text{ nm} \sim 1030\text{ nm}$ であり、第2の位相差板のリタレーションが $1420\text{ nm} \sim 1480\text{ nm}$ であることを特徴とする請求項1記載のカラー液晶表示素子。

【請求項3】 前記液晶セルの光学異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積 $\Delta n d$ は $960\text{ nm} \sim 1060\text{ nm}$ であり、前記位相差板は、第1、第2の2枚の二軸性位相差板からなり、第1の位相差板のリタレーションが $970\text{ nm} \sim 1030\text{ nm}$ であり、第2の位相差板のリタレーションが $1420\text{ nm} \sim 1480\text{ nm}$ であることを特徴とする請求項1記載のカラー液晶表示素子。

【請求項4】 前記液晶セルの光学異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積 $\Delta n d$ は $890\text{ nm} \sim 990\text{ nm}$ であり、前記位相差板は、1枚の二軸性位相差板からなり、そのリタレーションが $1370\text{ nm} \sim 1430\text{ nm}$ であることを特徴とする請求項1記載のカラー液晶表示素子。

【請求項5】 前記一対の偏光板のうち、一方の偏光板の外表面側に反射板を配置したことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のカラー液晶表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はカラー液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、液晶表示素子では、カラー化を図る手段として、分光特性を利用したもの、あるいは複屈

折性を利用したものなどがある。分光特性を利用したカラー液晶表示素子としては、赤、緑、青の3色のカラーフィルタを用いて、液晶セルを透過する光の波長を選択するカラーフィルタ方式のものが広く知られている。このカラーフィルタ方式では、一般的にバックライト装置を備えた透過型のものが最も多く用いられている。また、複屈折性を利用したカラー液晶表示素子としては、液晶に電界を印加して液晶分子の配列を変形させ、その際に生じる液晶の複屈折変化を利用してカラー画像を表示する複屈折制御(ECB)方式のものが広く知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のカラーフィルタ方式のカラー液晶表示素子では、カラーフィルタの製造に際して精密な加工技術が要求されるため、製造コストが高くなるという欠点があり、またカラーフィルタの透過率が低いため、光の利用効率が悪く、表示が暗くなるという欠点もある。特に、このカラー液晶表示素子を反射型として用いた場合には、素子内における光の経路が2倍になるため、表示がより一層暗くなるという問題があり、また透過型の場合には、バックライト装置が必要であるため消費電力が増大するという問題がある。また、後者の複屈折制御方式のカラー液晶表示素子では、表示の着色は可能であるが、液晶の複屈折性だけを利用しているので、液晶層厚や温度などに対する依存性が大きく、このため表示色の色純度が低く、視野角が狭くなるため見る方向によって表示色が変化し、しかも温度変化によって表示色が変動しやすく、美しいカラー画像を安定して表示できないという問題がある。

【0004】この発明の課題は、カラーフィルタを用いずに、明るくて、視野角が広く、かつ温度変化による表示色の変動が少なく、美しいカラー画像を表示できるようにすることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記目的を達成するため、内面に電極が形成された一対の基板間に液晶分子が $110^\circ \sim 130^\circ$ でツイスト配向されたネマティック液晶層を有する液晶セルと、この液晶セルを挟んでその表面側と裏面側とに配置された一対の偏光板と、これら一対の偏光板間に配置された二軸性の位相差板とを備え、位相差板はその遅相軸である延伸軸方向の屈折率を $n_x$ 、延伸軸に直交する方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を $n_z$ としたとき、 $n_x > n_z > n_y$ の関係にあり、一対の偏光板の透過軸または吸収軸、および位相差板の遅相軸または進相軸の向きと、液晶セルの基板近傍における液晶分子の配向方向とは、一方の偏光板を透過して入射した光が位相差板の複屈折効果と液晶セルの複屈折効果とによって各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となり、かつその光のうち、他方の偏光板を透過した光の各波長光の光量比が所望の着色

光に対応した比率になるように設定されていることを特徴とするものである。

【0006】この場合、請求項2に記載の如く、液晶セルの光学異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積 $\Delta nd$ は1590nm～1790nmであり、位相差板は第1、第2の2枚の二軸性位相差板からなり、第1の位相差板のリタデーションが970nm～1030nmであり、第2の位相差板のリタデーションが1420nm～1480nmであることが望ましい。また、請求項3に記載の如く、液晶セルの光学異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積 $\Delta nd$ は960nm～1060nmであり、位相差板は第1、第2の2枚の二軸性位相差板からなり、第1の位相差板のリタデーションが970nm～1030nmであり、第2の位相差板のリタデーションが1420nm～1480nmであることが望ましい。さらに、請求項4に記載の如く、液晶セルの光学異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積 $\Delta nd$ は890nm～990nmであり、位相差板は1枚の二軸性位相差板からなり、そのリタデーションが1370nm～1430nmであることが望ましい。

【0007】この発明によれば、液晶分子が $110^\circ \sim 130^\circ$ でツイスト配向された液晶セルと、一対の偏光板間に配置された二軸性の位相差板との両者の複屈折性を利用してカラー画像を表示するので、カラーフィルタを用いる必要がなく、バックライト無しでも明るい表示が得られる。また、液晶セルを垂直に透過する光と斜めに透過する光の位相差が二軸性の位相差板によって補償されるので、視野角が広くなり、視野角特性が向上する。さらに、表示色は、液晶セルの複屈折性だけでなく、二軸性の位相差板の複屈折性によって得られるので、温度変化によって液晶セルのリタデーションが変化しても、その影響が少なくすみ、このため温度変化による表示色の変動を低減できる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、この発明のカラー液晶表示素子の実施形態について説明する。

〔第1実施形態〕図1～図4を参照して、この発明の第1実施形態について説明する。図1は反射型カラー液晶表示素子の構成を示す断面図である。この反射型カラー液晶表示素子では液晶セル1を備えている。液晶セル1は、図1に示すように、ガラスまたは透明な合成樹脂からなる上下一対の基板2、3が、これらの間の周縁部に介在されたシール材4により所定間隔（数 $\mu\text{m}$ 程度）隔てて対向配置され、これら一対の基板2、3とシール材4とで囲われた領域内に液晶5が封入された構造になっている。一対の基板2、3の対向面のうち、上側の基板2の下面には、ITOなどの透明導電材料からなる複数の走査電極6が配列形成されているとともに、これらの走査電極6を覆って上配向膜7が形成されている。また、下側の基板3の上面には、走査電極6と同じ材料か

らなる複数の信号電極8が走査電極6と交差した状態で配列形成されているとともに、これら信号電極8を覆って下配向膜9が形成されている。各配向膜7、9は、その表面にラビング法などにより配向処理が施され、この配向処理方向に近接する液晶分子の長軸方向に沿わせることにより、液晶分子の配向方向を規制する。液晶5は、カイラルなネマティック液晶などからなり、配向膜7、9の配向規制力に従って液晶分子が $110^\circ \sim 130^\circ$ のツイスト角でねじれ配向されている。そして、液晶セル1のギャップ（液晶層厚） $d$ と光学異方性 $\Delta n$ との積 $\Delta nd$ は、1590nm～1790nmに設定されている。

【0009】一方、液晶セル1の上面側には上偏光板（第1の偏光板）10が配置されており、下面側には下偏光板（第2の偏光板）11が配置されている。上下の偏光板10、11は、入射光のうちの透過軸方向の偏光成分を透過し、これと直交する方向の偏光成分を遮断（吸収）するものである。上偏光板10と液晶セル1との間には、第1の位相差板12が配置されており、この第1の位相差板12と液晶セル1の間には第2の位相差板13が配置されている。第1、第2の位相差板12、13は、ポリカーボネートなどの高分子フィルムを延伸させた二軸性のものであり、平面上の遅相軸である延伸軸方向（最大屈折率方向）の屈折率 $n_x$ 、平面上の延伸軸に直交する方向の屈折率 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率 $n_z$ を有し、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を満足している。そして、各位相差板12、13のうち、第1の位相差板12のリタデーションは970nm～1030nmに設定されており、第2の位相差板13のリタデーションは1420nm～1480nmに設定されている。さらに、下偏光板11の下面側には、反射板14が設けられている。反射板14は、上偏光板10から入射し、液晶セル1および下偏光板11を透過した光を液晶セル1側に反射するものである。

【0010】図2(a)～(e)は液晶セル1の配向処理方向に対する各構成要素の光学軸の位置関係を模式的に示した各平面図である。液晶セル1の下配向膜9に施された配向処理方向9aは、図2(d)に示すように、表示面の左右方向に沿う基準線Sに対し $30^\circ \pm 10^\circ$ 傾斜しており、この配向処理方向9aに沿って下配向膜9近傍の液晶分子は配列する。上配向膜7に施された配向処理方向7aは、下配向膜9の配向処理方向9aに対し、左下から右上に向けて $60^\circ \pm 10^\circ$ で交差する方向に設定されており、この配向処理方向7aに沿って上配向膜7近傍の液晶分子は配列する。これにより、液晶分子は、下配向膜9から上配向膜7に向かって時計回りに $120^\circ \pm 10^\circ$ ツイストして配向される。上偏光板10の透過軸10aは、図2(a)に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $40^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。第1の位相差板12の延伸

軸12aは、図2(b)に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $30^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。第2の位相差板13の延伸軸13aは、図2(c)に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $20^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。下偏光板11の透過軸11aは、図2(e)に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $130^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。

【0011】次に、このようなカラー液晶表示素子の着色原理について説明する。図1の上方から入射する光は、上偏光板10を透過することにより直線偏光となり、さらに第1、第2の位相差板12、13を透過する過程で、各位相差板12、13の延伸軸12a、13aの位置などによる光学的配置条件やリタデーションに応じた偏光作用を受け、波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となる。これらの波長ごとの楕円偏光は、液晶セル1を通る過程で、液晶セル1の光学的配置条件やリタデーションに応じた偏光作用を受け、さらにその偏光状態が変化する。液晶セル1によって偏光状態がそれぞれ異なった各波長ごとの楕円偏光が下偏光板11に入射すると、下偏光板11の透過軸11aに一致する偏光成分の光が下偏光板11を透過する。そして、下偏光板11を透過した光は、反射板14で反射され、上述した光経路と逆の経路でカラー液晶表示素子を通り、その上面から出射する。この出射光の分光強度がピークを示す波長の表示色が得られる。

【0012】ところで、第1、第2の位相差板12、13のリタデーションは、各位相差板12、13の屈折率異方性 $\Delta n$ と厚さ $d$ との積 $\Delta n d$ によって決まり、また液晶セル1のリタデーションは、液晶分子の配向状態によって決まる。従って、液晶セル1に印加する電圧値を変えて液晶分子の配向状態を変化させると、これに伴って液晶セル1のリタデーションが変わり、液晶セル1における偏光作用が変化し、表示色の色相および輝度が変化する。これにより、このカラー液晶表示素子では、液晶5の複屈折性を制御してカラー画像を表示することができる。

【0013】具体的に説明すると、走査電極6と信号電極8の間に電圧が印加していないときには、カラー液晶表示素子に入射した光は、第1、第2の位相差板12、13の偏光作用と液晶分子の初期配向に応じた偏光作用を受け、これらに応じて波長ごとに偏光状態が異なる楕円偏光となる。そして、下偏光板11を透過し、反射板14で反射され、逆の経路を経てカラー液晶表示素子の上面側から出射する際の出射光の色は、各位相差板12、13のリタデーションと初期配向状態の液晶5のリタデーションとに応じた色となる。また、液晶セル1の各電極6、8間に電圧を印加し、その実効電圧値を上昇させると、液晶分子が初期ツイスト状態から徐々に立ち上がる。立ち上がった配向状態に応じて液晶セル1のリ

タデーションが変化し、カラー液晶表示素子に入射した光は、各位相差板12、13の偏光作用と液晶セル1の変化したリタデーションに応じた偏光作用を受け、これらに応じた楕円偏光となる。このため、このときの表示色は、液晶セル1に電圧を印加していないときの表示色と異なる。また、液晶セル1に液晶分子がほぼ垂直配向する大きさの電圧を印加したときには、液晶セル1のリタデーションはほぼ「0」となる。このときには、液晶セル1による偏光作用はほとんどなくなり、カラー液晶表示素子に入射した光は、各位相差板12、13の偏光作用のみによる楕円偏光となる。この楕円偏光は、下偏光板11、反射板14、およびその逆の経路を経てカラー液晶表示素子から出射し、各位相差板12、13のリタデーションに応じた色に着色される。

【0014】このように、このカラー液晶表示素子では、液晶セル1と上偏光板10との間に第1、第2の位相差板12、13を配置し、これらの位相差板12、13と液晶セル1との両者の複屈折性を利用し、走査電極6と信号電極8との間に印加する信号を制御して液晶5に印加する実効電圧を制御することにより、液晶5の複屈折性を制御して所望の色を表示させることができる。このため、カラーフィルタを用いなくても、カラー画像を表示することができるとともに、特に赤色の純度を高く表示することができ、しかも反射型であっても明るい表示ができ、またバックライト装置を用いる必要がないので、消費電力を低減できる。また、液晶セル1と上偏光板10との間に2枚の二軸性の位相差板12、13を配置したことにより、液晶セル1を垂直に透過する光と斜めに透過する光の位相差が2枚の位相差板12、13によって補償されるので、視野角が広くなり、見る方向による表示色の変化が少なく、視野角特性を向上させることができる。また、表示色は、液晶セル1の複屈折性だけでなく、二軸性の2枚の位相差板12、13の複屈折性によって得られるので、温度変化によって液晶セル1のリタデーションが変化しても、その影響が少なくてすみ、このため温度変化による表示色の変動を低減できる。さらに、液晶5への印加電圧（実効電圧）の変化（上昇）に伴って、表示色が白（無彩色）→緑→青→赤と変化し、三原色と白が表示可能となり、実用上十分なカラー画像が表示できる。

#### 【0015】

【実施例】第1実施形態の実施例として、配向膜7、9の配向処理方向7a、9a、第1、第2の位相差板12、13の延伸軸12a、13a、および上下の各偏光板10、11の透過軸10a、11aの配置角度を図2(a)～(e)に示す各角度の中心角度に設定し、電圧に対する各波長の透過率の変化を図3に示す特性を有する液晶セル1を用いて、カラー液晶表示素子を作成し、走査電極6と信号電極8に供給する信号を制御して、スタティック駆動した。この場合、スタティック電圧、つ

まり図3に示すように液晶セル1の $\Delta n$ が0.190~0.192の範囲になる印加電圧の実効値ではこのカラー液晶表示素子の表示色は白となり、液晶セル1の $\Delta n$ が0.170~0.180の範囲になる印加電圧の実効値では表示色は緑となり、液晶セル1の $\Delta n$ が0.156~0.160の範囲になる印加電圧の実効値では表示色は青となり、液晶セル1の $\Delta n$ が0.132~0.136の範囲になる印加電圧の実効値では表示色は赤となる。そして、各表示色は図4のCIE色度図に示すように、その色純度が高く、特に着色が難しいとされている赤があざやかに表示される。また、この実施例のカラー液晶表示素子では、温度変化に伴う表示色の変動が小さく、視野角が広がった。

【0016】なお、上記第1実施形態では、液晶セル1の $\Delta nd$ を1590nm~1790nmに設定した場合について述べたが、これに限らず、例えば液晶セル1の $\Delta nd$ を960nm~1060nmに設定しても良い。このときの第1の位相差板12のリタレーションは第1実施形態と同様、970nm~1030nmであり、第2の位相差板13のリタレーションも第1実施形態と同様、1420nm~1480nmである。このようなカラー液晶表示素子では、所定の実効電圧を印加することにより、背景色が緑色となり、緑→青→黒→白の多色表示が可能になる。

【0017】〔第2実施形態〕次に、図5~図8を参照して、この発明を反射型カラー液晶表示装置に適用した第2実施形態について説明する。この場合、図1~図4に示された第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その説明は適宜省略する。この反射型カラー液晶表示素子は、図5に示すように、液晶セル20の上面側に上偏光板10が配置され、液晶セル20の下面側に下偏光板11が配置され、上偏光板10と液晶セル20との間に位相差板21が配置され、下偏光板11の下面側に反射板14が配置された構造になっている。液晶セル20は、第1実施形態と同様に構成され、配向膜7、9の配向規制力によってカイラルなネマティック液晶からなる液晶分子が $110^\circ \sim 130^\circ$ のツイスト角でねじれ配向されている。そして、この液晶セル20のギャップ（液晶層厚） $d$ と光学異方性 $\Delta n$ との積 $\Delta nd$ は、890nm~990nmに設定されている。位相差板21は、ポリカーボネートなどの高分子フィルムを延伸させた1枚の二軸性位相差板であり、第1実施形態と同様、平面上の遅相軸である延伸軸方向（最大屈折率方向）の屈折率 $n_x$ 、平面上の延伸軸に直交する方向の屈折率 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率 $n_z$ を有し、 $n_x > n_z > n_y$ の関係満足している。この位相差板21では、リタレーションが1370nm~1430nmに設定されている。

【0018】図6（a）~（d）は液晶セル20の配向処理方向に対する各構成要素の光学軸の位置関係を模式

的に示した各平面図である。液晶セル20の下配向膜9に施された配向処理方向9aは、図6（c）に示すように、表示面の左右方向に沿う基準線Sに対し $30^\circ \pm 10^\circ$ 傾斜しており、この配向処理方向9aに沿って下配向膜9近傍の液晶分子は配列する。上配向膜7に施された配向処理方向7aは、下配向膜9の配向処理方向9aに対し、左下から右上に向けて $60^\circ \pm 10^\circ$ で交差する方向に設定されており、この配向処理方向7aに沿って上配向膜7近傍の液晶分子は配列する。これにより、液晶分子は、下配向膜9から上配向膜7に向かって時計回りに $120^\circ \pm 10^\circ$ ツイストして配向される。上偏光板10の透過軸10aは、図6（a）に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $30^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。位相差板21の延伸軸21aは、図6（b）に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $10^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。下偏光板11の透過軸11aは、図6（d）に示すように、下配向膜9の配向処理方向9aに対して $130^\circ \pm 5^\circ$ で交差するように設定されている。

【0019】このようなカラー液晶表示素子では、液晶セル20と上偏光板10との間に配置された二軸性の位相差板21と液晶セル20との両者の複屈折性を利用し、走査電極6と信号電極8との間に印加する信号を制御して液晶5に印加する実効電圧を制御することにより、液晶5の複屈折性を制御して所望の色を表示させることができる。このため、第1実施形態と同様、カラーフィルタを用いなくても、カラー画像を表示することができる。しかも反射型であっても明るい表示ができ、またバックライト装置を用いる必要がないので、消費電力を低減できる。また、液晶セル20と上偏光板10との間に1枚の二軸性の位相差板21を配置したことにより、第1実施形態と同様、液晶セル20を垂直に透過する光と斜めに透過する光の位相差が位相差板21によって補償されるので、視野角が広くなり、見る方向による表示色の変化が少なく、視野角特性を向上させることができる。また、表示色は、液晶セル20の複屈折性だけでなく、二軸性の位相差板21の複屈折性によって得られるので、第1実施形態と同様、温度変化によって液晶セル20のリタレーションが変化しても、その影響が小さく、このため温度変化による表示色の変動を低減できる。さらに、液晶5への印加電圧（実効電圧）の変化（上昇）に伴って、表示色は、背景色が青緑であり、青緑→青→赤と変化し、実用上十分なカラー画像が表示できる。

【0020】

【実施例】第2実施形態の実施例として、配向膜7、9の配向処理方向7a、9a、位相差板21の延伸軸21a、および上下の各偏光板10、11の透過軸10a、

11aの配置角度を図6(a)～(e)に示す各角度の中心角度に設定し、電圧に対する各波長の透過率の変化を図6に示す特性を有する液晶セル20を用いて、カラー液晶表示素子を作成し、走査電極6と信号電極8に供給する信号を制御して、スタティック駆動した。この場合、スタティック電圧、つまり図6に示すように液晶セル20の $\Delta n$ がほぼ0.106になる印加電圧の実効値ではこのカラー液晶表示素子の表示色は青緑となり、液晶セル20の $\Delta n$ がほぼ0.096になる印加電圧の実効値では表示色は青となり、液晶セル20の $\Delta n$ が0.078～0.08の範囲になる印加電圧の実効値では表示色は赤となる。そして、各表示色は図7のCIE色度図に示すように、その色純度が高く、特に着色が難しいとされている赤があざやかに表示される。また、この実施例のカラー液晶表示素子では、温度変化に伴う表示色の変動が小さく、視野角が広がった。

【0021】なお、上記各実施形態では、下偏光板11の下面側に反射板14を設けた反射型カラー液晶表示素子について説明したが、反射板14を上偏光板10の上面側に配置しても、同様の効果を得ることができる。また、上記各実施形態では、反射板14を備えた反射型カラー液晶表示素子について述べたが、これに限らず、反射板を用いない透過型のカラー液晶表示素子にも適用することができる。さらに、位相差板は3枚以上配置してもよい。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、液晶分子が $110^\circ \sim 130^\circ$ でツイスト配向された液晶セルと、一对の偏光板間に配置された二軸性の位相差板との両者の複屈折性を利用してカラー画像を表示するので、カラーフィルタを用いる必要がなく、バックライト無しでも明るいカラー表示が得られる。また、液晶セルを垂直に透過する光と斜めに透過する光の位相差が二軸性の位相差板によって補償されるので、視野角が広くなり、視野角特性が向上する。さらに、表示色は、液晶セルの複屈折性だけでなく、二軸性の位相差板の複屈折性によって得られるので、温度変化によって液晶

セルのリタデーションが変化しても、その影響が少なく、このため温度変化による表示色の変動を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明を反射型カラー液晶表示素子に適用した第1実施形態の断面図。

【図2】図1の反射型カラー液晶表示素子の液晶セルの配向処理方向に対する偏光板および位相差板の各光学軸の位置関係を模式的に示した各平面図。

【図3】図1の反射型カラー液晶表示素子の印加電圧と表示色の関係を示す図。

【図4】図1の反射型カラー液晶表示素子のCIE色度図の一例を示す図。

【図5】この発明を反射型カラー液晶表示素子に適用した第2実施形態の断面図。

【図6】図5の反射型カラー液晶表示素子の液晶セルの配向処理方向に対する偏光板および位相差板の各光学軸の位置関係を模式的に示した各平面図。

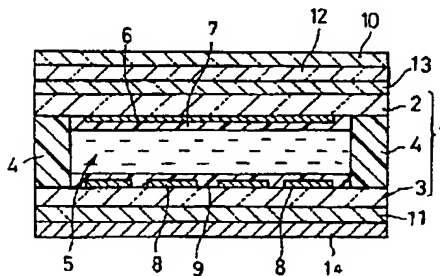
【図7】図5の反射型カラー液晶表示素子の印加電圧と表示色の関係を示す図。

【図8】図5の反射型カラー液晶表示素子のCIE色度図の一例を示す図。

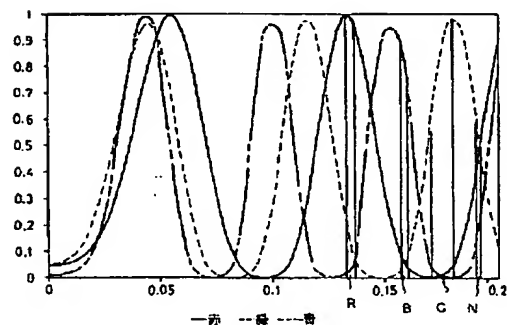
【符号の説明】

- 1、20 液晶セル
- 2、3 基板
- 4 シール材
- 5 液晶
- 6 走査電極
- 7 上配向膜
- 8 信号電極
- 9 下配向膜
- 10 上偏光板
- 11 下偏光板
- 12 第1の位相差板
- 13 第2の位相差板
- 14 反射板
- 21 位相差板

【図1】



【図3】







【図8】

